

## BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

EP0412364



REC'D. 11 JAN 2005

WIPO

PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 103 51 258.6  
**Anmeldetag:** 03. November 2003  
**Anmelder/Inhaber:** Metabowerke GmbH,  
72622 Nürtingen/DE  
**Bezeichnung:** Auf Kraftübertragung beanspruchtes Getriebeteil  
**IPC:** F 16 H 55/17

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 23. November 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
 Im Auftrag

Brosig

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
 SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
 COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Anmelder:  
Metabowerke GmbH  
Metabo-Allee 1  
72622 Nürtingen

Allgemeine Vollmacht: 3.4.5.Nr.1242/92AV

28031080

27.10.2003  
FRI/KOJ

**Titel: Auf Kraftübertragung beanspruchtes Getriebeteil**

**Beschreibung**

Die Erfindung betrifft ein auf Kraftübertragung beanspruchtes Getriebeteil, insbesondere ein Zahnrad für Werkzeuggeräte, aus Stahl.

Getriebeteile, beispielsweise von Elektrowerkzeuggeräten, haben infolge der hohen Leistungsaufnahme eine begrenzte Lebensdauer. Zumeist ist die Ausfallursache ein Verschleiß der Zahnflanken bei der Ankerverzahnung. Zwar könnte mit härteren Zahnflanken der Verzahnungsverschleiß reduziert werden. Dies lässt sich mit konventionellen Härteverfahren für Stahl jedoch nicht wirtschaftlich erreichen.

Da die Beanspruchung einer Verzahnung im Prinzip auf die Oberfläche der Zahnflanken begrenzt bleibt, besteht die Möglichkeit, die Zahnflanken mit einer harten verschleißbeständigen Schicht zu versehen. Solche Schichten werden im Plasmaverfahren abgeschieden und sind um ein Vielfaches härter als konventionell gehärteter Stahl.

Es ist bereits bekannt Zahnräder aus zuvor gehärtetem Stahl, zusätzlich mit einer solchen harten Beschichtung und/oder mit einer tribologisch wirksamen reibarmen Funktionsschicht zu versehen. Da solche Beschichtungen sehr dünn sind, war man seither davon ausgegangen, dass hierfür nur zuvor gehärteter Stahl als Grundlage für die Beschichtung verwendet werden kann. Bei dieser Härtung des Stahls wird ein ferritisches oder perlitisches Gefüge durch eine aufwendige Wärmebehandlung in ein martensitisches Gefüge umgewandelt; es kommt also zu einer Gefügeumbildung.

Hier von ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein auf Kraftübertragung beanspruchtes Getriebeteil der eingangs genannten Art dahingehend zu verbessern, dass es auf wirtschaftliche Weise herstellbar ist und dennoch eine den Anforderungen genügende Verschleißbeständigkeit aufweist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein auf Kraftübertragung beanspruchtes Getriebeteil, insbesondere Zahnrad, für Werkzeuggeräte, aus einem nicht wärmegehärteten Stahl mit ferritischem oder perlitischem Gefüge und einer

Grundhärte der unbeschichteten Stahloberfläche von wenigstens 25 HRC, und mit einer harten Oberflächenbeschichtung von weniger als 10 µm Dicke.

Mit der Erfindung wird also vorgeschlagen, zur Herstellung von Getriebeteilen nicht auf einen gehärteten, insbesondere einsatzgehärteten Stahl, zurückzugreifen, der dann gegebenenfalls mit einer weiteren harten, im Plasmaverfahren abgeschiedenen verschleißbeständigen Schicht versehen wird, sondern bewusst einen nicht wärmegehärteten Stahl, jedoch mit einer hohen Grundfestigkeit zu verwenden.

Es wurde nun erfindungsgemäß festgestellt, dass durch eine harte Oberflächenbeschichtung an sich bekannter Art auch Getriebeteile aus ungehärtetem Stahl der beanspruchten Art im Hinblick auf ihre Härte und Verschleißbeständigkeit derart verbessert werden können, dass sie den üblichen Anforderungen an die Lebensdauer gerecht werden. Trotz der Verwendung von ungehärtetem Stahl jedoch der beanspruchten Grundhärte kommt es nicht zu dem sogenannten "Eierschaleneffekt", d. h. zu einem Durchdrücken der Oberflächenbeschichtung bei einer Punktbelastung.

Während man seither davon ausging, dass sich ungehärteter Stahl nicht für die Herstellung von auf Kraftübertragung beanspruchten Getriebeteilen eignet, wurde mit der vorliegenden Erfindung festgestellt, dass dies für Stahl mit einer ausreichenden Grundhärte nicht gilt.

Durch im Plasma abgeschiedene Schichten kann die Zahnflankenhärtung und Verschleißbeständigkeit und damit die Lebensdauer von aus ungehärtetem Stahl der beanspruchten Art hergestellten Getriebeteilen deutlich gesteigert werden. Da die natürliche Grundfestigkeit des ungehärteten Stahls der beanspruchten Art ausreicht, den Eierschalen-Effekt zu vermeiden, kann auf ein Härteten des Stahls verzichtet werden.

Hieraus resultiert eine Verringerung der Herstellkosten bei gleichzeitiger Steigerung der Bauteilqualität. Infolge des fehlenden Härteverzugs sind Form-, Lage- und Maßtoleranzen geringer.

Es ist beispielsweise denkbar die erforderliche Grundfestigkeit von wenigstens 25 HRC (gemessen bei 1470 N Prüflast), insbesondere von 25 - 35 HRC, insbesondere von 26 - 35 HRC, insbesondere von 27 - 35 HRC, insbesondere von 27 - 30 HRC durch eine Streckung oder ein Ziehen des Stahls zu erreichen, also nicht durch eine Wärmehärtung, sondern unter Beibehaltung eines ferritischen oder perlitischen Gefüges.

Beispielsweise erweist sich ein Stahl mit 0,4 - 0,5 Masse-% Kohlenstoff, 1,13 - 1,70 Masse-% Mangan, 0,2 - 0,35 Masse-% Schwefel, gegebenenfalls mit Silizium und Phosphor, als vorteilhaft. Die hohe Grundfestigkeit solcher Stähle basiert auf eingelagerten Mangansulfiden, die jedoch an der Oberfläche liegend Kerbwirkungen mit sich bringen und dadurch auch bei anschließender (Wärme)Härtung zu einer den Anforderungen an

sich nicht genügenden Belastbarkeit führen. Deshalb wurde ungehärteter Stahl bislang nicht zur Herstellung stark belasteter Getriebeteile verwendet. Es wurde nun festgestellt, dass die harte Oberflächenbeschichtung die aufgrund ihrer Kerbwirkung schädlichen Mangansulfide in der Oberfläche abdeckt und sie hierdurch unschädlich macht. Trotz der Verwendung von an sich ungehärtetem Stahl der genannten Art tritt der "Eierschaleneffekt" nicht auf. Denn die Mangansulfide führen zu einer dennoch hohen und ausreichenden Grundfestigkeit des ungehärteten Stahls der beanspruchten Zusammensetzung.

Die Beschichtung kann zusätzlich reibarm gestaltet werden, so dass an dem Getriebeteil, insbesondere an dessen Zahnflanken, weniger Reibwärme entsteht.

Als Oberflächenbeschichtung kommt in vorteilhafter Weise eine WCH-Beschichtung (Wolfram-Kohlenstoff-Wasserstoff) oder eine DLC- (Diamond Like Carbon) oder eine W-DLC- (Wolfram-Diamond Like Carbon) oder eine CrN (Chrom Nitrit) - Beschichtung oder Kombinationen dieser Beschichtungen in Frage.

Es hat sich als hinreichend erwiesen, wenn die Oberflächenbeschichtung eine Dicke von 2 bis 8, insbesondere von 3 bis 7 und vorzugsweise von 4 bis 6  $\mu\text{m}$  aufweist.

Die vorausgehend angeführten Werte der Rockwellhärte erreichen zwar nicht denjenigen Wert von 50 bis 65 HRC von

beispielsweise Einsatzgehärteten 16MnCrS5Pb oder 16MnCr5 Stählen; er kommt diesen Härtewerten aber zumindest so nahe, dass ein zufriedenstellender Betrieb möglich ist. Die erwähnten Werte der Rockwellhärte sind indessen höher als bei ungehärtetem M16MnCrS5-Stahl.

Die Oberfläche des erfindungsgemäßen beschichteten Getriebeteils vermag des Weiteren eine Mikrohärte HV 0,03 von wenigstens HV 1200, insbesondere von wenigstens HV 1250, aufzuweisen. Die Mikrohärte wird mit einer so geringen Prüflast gemessen, dass sie wirklich die Härte der Oberflächenbeschichtung wiedergibt, also der Prüfkörper die Oberflächenbeschichtung nicht durchdringt.

Des Weiteren erweist sich eine kombinierte Beschichtung mit CrN/DLC bzw. CrN/W-DLC als besonders vorteilhaft. Nicht nur die Mikrohärte, sondern auch die Verschleißbeständigkeit und der Reibwert ist gegenüber unbeschichteten, jedoch aus gehärteten, insbesondere Einsatzgehärteten Stählen, hergestellten Getriebeteilen verbessert.

## Patentansprüche

1. Auf Kraftübertragung beanspruchtes Getriebeteil, insbesondere Zahnrad, für Werkzeuggeräte, aus einem nicht wärmegehärteten Stahl mit ferritischem oder perlitischem Gefüge und einer Grundhärte der unbeschichteten Oberfläche von wenigstens 25 HRC, und mit einer harten Oberflächenbeschichtung von weniger als 10 µm Dicke.
2. Getriebeteil nach Anspruch 1, mit eingelagerten Mangansulfiden, mit 0,4 - 0,5 Masse-% Kohlenstoff, 1,13 - 1,70 Masse-% Mangan, 0,2 - 0,35 Masse-% Schwefel, gegebenenfalls Silizium und Phosphor.
3. Getriebeteil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberflächenbeschichtung WCH oder DLC oder W-DLC oder CrN oder Kombinationen hiervon ist.
4. Getriebeteil nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberflächenbeschichtung eine Dicke von 2 - 10 µm, insbesondere von 3 - 7 µm aufweist.
5. Getriebeteil nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass seine unbeschichtete Oberfläche eine Rockwellhärte von 25 - 35 HRC, insbesondere von 26 - 35 HRC, insbesondere von 27 - 35 HRC, insbesondere von 27 - 30 HRC aufweist.
6. Getriebeteil nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass seine beschichtete

Oberfläche eine Mikrohärte HV 0,03 von wenigstens HV 1200, insbesondere wenigstens HV 1250 aufweist.

**Zusammenfassung**

Die Erfindung betrifft ein auf Kraftübertragung beanspruchtes Getriebeteil, insbesondere Zahnrad, für Werkzeuggeräte, aus einem nicht wärmegehärteten Stahl mit ferritischem oder perlitischem Gefüge und einer Grundhärte der unbeschichteten Oberfläche von wenigstens 25 HRC, und mit einer harten Oberflächenbeschichtung von weniger als 10 µm Dicke.